



03500.017625

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)	
JUNICHI HOSHI)	Examiner: Not Yet Assigned
Application No.: 10/673,289)	Group Art Unit: NYA
Filed: September 30, 2003)	
For: BACK SIDE INCIDENT TYPE)	
IMAGE PICKUP SENSOR)	November 26, 2003

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following Japanese Priority Application:

Application No.

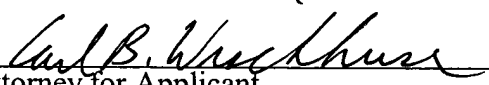
Date Filed

JP2002-296321

October 9, 2002

Applicant's undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant
Carl B. Wischhusen
Registration No. 43,279

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3800
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 390493v1

CF017625

US
Sum

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

A.N.: 10/673,289

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年10月 9日

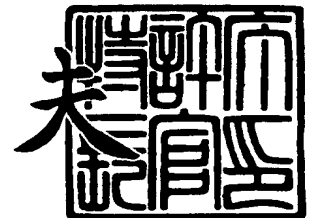
出 願 番 号
Application Number: 特願2002-296321
[ST. 10/C]: [JP2002-296321]

出 願 人
Applicant(s): キヤノン株式会社

2003年10月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-3088814

【書類名】 特許願

【整理番号】 4791029

【提出日】 平成14年10月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14
H01L 27/146

【発明の名称】 裏面入射型撮像センサ

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 星 淳一

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100065385

【弁理士】

【氏名又は名称】 山下 穰平

【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010700

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703871

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 裏面入射型撮像センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板の表面側に光電変換部及び電気回路が形成され、前記半導体基板の裏面側には開口部が形成され、前記半導体基板の裏面側に形成された開口部から光線を入射し、前記半導体基板の表面側に形成された光電変換部で入射した光線を検出する裏面入射型撮像センサにおいて、前記電気回路を前記開口部から水平方向に所定距離だけ離して配置したことを特徴とする裏面入射型撮像センサ。

【請求項 2】 前記半導体基板は、単結晶シリコン基板である事を特徴とする請求項 1 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 3】 前記半導体基板は、前記光電変換部を構成する半導体集積回路が形成された後、基板厚みが減じられている事を特徴とする請求項 1、2 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 4】 前記光線は、赤外光である事を特徴とする請求項 1 ～ 3 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 5】 前記赤外光は、波長範囲が 9 7 5 ～ 1 1 5 0 n m である事を特徴とする請求項 4 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 6】 前記光線は、X 線である事を特徴とする請求項 1 ～ 3 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 7】 前記光電変換部は、ホトダイオードから成ることを特徴とする請求項 1 ～ 6 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 8】 前記電気回路は、前記光電変換部を駆動するための駆動回路、或いは前記光電変換部からの信号を処理する信号処理回路である事を特徴とする請求項 1 ～ 7 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 9】 前記所定距離は、前記半導体基板の厚さの 0. 3 0 3 倍以上である事を特徴とする請求項 1 ～ 8 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 1 0】 前記所定距離は、5 0 μ m 以上である事を特徴とする請求項 1 ～ 8 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 1 1】 前記半導体基板の表面側における電気回路と開口部間のオフセット部分にダミー画素が形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 1 0 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【請求項 1 2】 前記半導体基板の表面側における電気回路と開口部間のオフセット部分に電荷吸上拡散層が形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 1 0 に記載の裏面入射型撮像センサ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板の裏面から光を入射して画像を検出する裏面入射型撮像センサ、特に、指紋センサ等として好適な裏面入射型撮像センサに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の裏面入射型撮像センサには、例えば、CCD型撮像センサが有るが、このようなCCD型撮像センサは単結晶シリコン基板上の表面側に形成され、前記基板の裏面側から赤外光を入射して赤外光の画像の検出を行う。

【0 0 0 3】

赤外光の撮像センサの応用例としては、近年、バイオメトリクス認証で有力な指紋センサ等が挙げられ、これは、例えば、特開 2 0 0 2 - 3 3 4 6 9 に開示されている。また、撮像センサの可視光以外の用途には、例えば、光光変換素子を搭載したX線センサ等が有る。このセンサは、例えば、人体の透過画像を得る目的で使用されている。

【0 0 0 4】

更に、裏面入射型センサの遮光構造には、例えば、特開平 2 - 2 6 8 8 号公報に記載されているように溝やアパーチャを設ける方法、或いは特開平 5 - 2 0 6 4 3 2 号公報に記載されているように吸収帯を設ける方法等がある。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の裏面入射型撮像センサには、以下に示すような問題点があった。

- (1) 撮像センサの形成に用いる半導体基板が一般には透明ではない。
- (2) 基板の厚さが有限なため、表面入射型撮像センサに比べると空間解像度が低下する。
- (3) (2) と同様の理由により迷光の影響を受ける。

【0006】

なお、上記(1)の問題点に関しては、従来例として前述のCCD型撮像装置が公知であり、従来の裏面入射型センサのCCD型撮像装置では赤外光しか使用されていない。

【0007】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたもので、その目的は、空間解像度を向上できると共に、迷光の影響も除去することが可能な裏面入射型撮像センサを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の裏面入射型撮像センサは、上記目的を達成するため、半導体基板の表面側に光電変換部及び電気回路が形成され、前記半導体基板の裏面側には開口部が形成され、前記半導体基板の裏面側に形成された開口部から光線を入射し、前記半導体基板の表面側に形成された光電変換部で入射した光線を検出する裏面入射型撮像センサにおいて、前記電気回路を前記開口部から水平方向に所定距離だけ離して配置したことを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。まず、本発明においては、上記(1)の問題を生じる波長の光は避けて、裏面入射型撮像センサを実現する。単結晶シリコン基板において透明な波長の光とは、赤外光と放射線であるX線である。赤外光は遠赤外光の場合には、基板は事実上透明であり、近赤外光の場合でもある程度の透過率を有する。

【 0 0 1 0 】

図 5 は実際の厚さ $100\ \mu\text{m}$ の単結晶シリコン基板上に形成された CMOS センサ式裏面入射型センサの分光出力特性の例を示す。図 5 から明らかなように単結晶シリコン基板のバンドギャップエネルギー値（約 $1.1\ \text{eV}$ ）に赤外光の波長が近づくにつれて赤外光の基板に対する透過率は向上する。

【 0 0 1 1 】

一方、それに反して赤外光の検出は行われなくなるため、センサの感度は低下する。その結果、図 5 に示すように特定の波長帯 $975\sim 1150\ \text{nm}$ に対してフラットな出力特性が得られる。従って、単結晶シリコン基板製の撮像センサにおいてはこの領域で使用するのが望ましい。

【 0 0 1 2 】

また、放射線である X 線に対しても単結晶シリコン基板は事実上透明である。但し、放射線である X 線は他の放射線と同様に基板内に結晶欠陥を生じさせ、撮像センサの電気特性を悪化させる。そのため、撮像センサを X 線検出用センサとして用いる場合には、公知のように光光変換素子以外に放射線遮蔽用の鉛ガラス等の高比重高密度物質を併用するのが通例である。

【 0 0 1 3 】

通常、このように光光変換素子や放射線遮蔽用物質を搭載する場合には、複雑な電気回路が搭載されるため、界面が平坦でなく敏感な基板表面側よりも、複雑な電気回路が搭載されていない、平坦で鈍感な基板裏面側が優れている場合が多い。この観点から、X 線の検出に裏面入射型撮像センサを積極的に用いる事も可能である。

【 0 0 1 4 】

また、上記（2）の問題点に対しては半導体基板が有する高い屈折率と基板の薄膜化によって対処する。

【 0 0 1 5 】

図 6 は半導体基板に任意の角度 θ_1 で入射する光線の光学特性を説明する図である。図中 2 1 1 は空気、2 1 2 は半導体基板（単結晶シリコン基板）である。単結晶シリコン基板の可視光付近の屈折率は、 3.448 程度である（理科年表

参照)。基板に雰囲気である空気側（屈折率 1.0）から近赤外光が入射した場合には、基板に入射する角度 θ_2 は、

$$\sin \theta_2 = \sin \theta_1 / 3.448$$

で表される。

【0016】

従って、 $\sin \theta_2$ は最大でも 0.290 以下であり、

$$\theta_2 = \sin^{-1}(0.290) = 16.859^\circ$$

から、シリコン中に入った光は頂角 ± 16.859 度の円錐内に全て収まるようになる。

【0017】

例えば、赤外線センサの応用例である指紋センサにおいては、約 800 dpi 程度の空間解像度が必要である。これを満足する裏面入射型撮像センサを作製するには、通常は 700 μm 以上ある基板厚さを、公知のバックグラインドやバックラップ、エッチング等で薄膜化することで行う。

【0018】

また、例えば、厚さ 100 μm まで薄膜化したシリコン基板の裏面上に指紋の代わりとなる解像度パターンを配置し、入射角 ± 90 度を有する拡散光で照射すると、解像度パターンを透過した光は基板の表面側では角度 ± 16.859 度に相当する距離、即ち、

$$d = t \times \tan(16.859^\circ) = t \times 0.303$$

$d = \pm 30.3 \mu\text{m}$ の距離まで広がってしまう。t は基板厚さである。

【0019】

しかし、800 dpi の画素配置とは 31.75 μm ピッチのそれであることから、 $\pm 30.3 \mu\text{m}$ の距離まで広がった散乱光は、最大でも隣接する画素までしか到達していない事が分かる。以上の理由により、基板を薄膜化することで 800 dpi という高い空間解像度を有する指紋検出センサを実現できることがわかる。

【0020】

更に、指を照射する照明用の LED や X 線を光光変換する素子は、元々出射す

る光の指向性が高いために、上述の拡散光の場合と比べると取得する画像がより鮮明化する。

【0021】

次に、上記（３）の迷光の問題に対しては、高い半導体基板の屈折率と基板の薄膜化と、適当な遮光構造と適当な電気的分離構造を設ける事で対処する。例えば、指紋センサにおいて指の照明を外光で行う場合には、高い輝度を持つ太陽光の直接入射等が問題となる。

【0022】

直射日光は 10^5 (1 m/m^2) 程度の照度を有するが、それを指紋センサの撮像条件限界、薄暮の 10 (1 m/m^2) の照度と比べると、驚く事に 10^4 もの開きが有る。指紋センサにおいてはこの 10^4 にも達する撮像範囲、ダイナミックレンジを満足、保証しなければならない。

【0023】

直射日光が受光部である光電変換部以外に入射した場合には、その高い強度の光が撮像センサを形成する電気回路に誤動作を生じさせる恐れが有る。従って、裏面からその強い光が入射する範囲に電気回路を配置する事は危険である。

【0024】

入射領域を決定する裏面側に設ける開口は、例えば、赤外線を遮蔽する部材をパターニング、除去して形成する。入射した光は大略基板厚さの 0.303 倍広がるため、例えば、厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$ の半導体基板においては光電変換部を駆動する駆動回路や光電変換部からの信号を処理する信号処理回路等を開口から水平方向に、約 $30.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上ずらして配置する。

【0025】

裏面入射型センサは表面入射型センサとは異なり、ホトダイオードの直前、即ち、半導体基板中に遮光膜を形成する事は困難である事から、半導体基板の裏面上で電気回路を開口部から水平方向に所定距離オフセットさせるという構造が必要となる。

【0026】

このオフセット部分には、（１）ダミー画素を並べる、（２）発生した光電荷

を吸い上げる積極的な構造を設ける等の電気的分離構造を設けるのが望ましい。本構成により、高照度な直射日光下においても安定した指紋検出が可能となる。また、X線センサにおいても光変換素子からの変換光の入射が存在するため、上述したような構造は必要となる。

【0027】

(第1の実施形態)

図1は本発明による裏面入射型撮像センサの第1の実施形態を示す断面図である。第1の実施形態では指紋検出に用いる裏面入射型撮像センサを示す。図中11は通常の半導体プロセスにより撮像センサが形成された後に、バックグラインド法により薄膜化された厚さ100 μ m、大きさ2cm角の単結晶シリコン基板である。

【0028】

単結晶シリコン基板11の表面側には撮像センサの光電変換部12とそれを駆動する回路等のその他の電気回路13が形成されている。電気回路13としては前述のように光電変換部12を駆動する駆動回路や光電変換部12からの信号を処理する信号処理回路等である。

【0029】

また、多結晶シリコン基板11の裏面側には、厚さ2mmの樹脂製の近赤外光を遮蔽するための遮光膜14が形成されている。この遮光膜14はパターンニングされており、図示するように遮光膜14には光線を入射するための大きさ1cm角の開口20が形成されている。

【0030】

電気回路13と開口20の水平方向の距離Dは、本実施形態では50 μ mである。遮光膜14の上には、指紋を検出するための指15が配置され、指15と基板11との間には所々にエアーギャップ16が存在する。

【0031】

また、17は近赤外光を含んだ外光であり、本実施形態では指15の照明にはこの外光を利用する。指15から発せられた光18はエアーギャップ16と基板11の界面で屈折して基板内方へ入射する。入射した光19は前述のように頂角

16.859度の円錐内に存在するため、遮光膜14に設けられた開口20から水平方向（横方向）には $100 \times \tan(16.859^\circ) = 30.3 \mu\text{m}$ しか進むことはない。この距離は距離Dと比べると小さいため、入射光が電気回路13に入射する事はなく、従って誤動作を生じる事もない。

【0032】

なお、本発明で用いる半導体基板11としては、単結晶シリコン基板である必要はなく、例えば、Si-Ge基板或いはその他の多結晶基板で有っても良い。更に、基板11の厚さは画像を検出できる範囲で任意であり、基板11の薄膜化は基板11を撮像センサに分割するダイシング工程の前でも後でも良い。

【0033】

また、基板11の厚さが薄く機械的強度に欠ける場合には、基板11の表面側或いは裏面側に任意の機械的強度を増すための材料を貼り付けても良い。更に、遮光膜14の材質は金属等の薄膜でも良く、膜厚も任意である。エアギャップ16の存在は必ずしも構成要件では無い。

【0034】

ここで、指の屈折率は最多構成物質である水に近いため、2以下である。従って、雰囲気である空気（エア）と比べると多少界面から出射する光の角度は大きくなるが、それでも基板11の厚さに比べてべら棒な値となる事はない。必要であるならば、距離Dの値に多少のマージンを持たせる事によりこの問題に対処する事ができる。

【0035】

（第2の実施形態）

図2は本発明の第2の実施形態を示す断面図である、本実施形態では、X線像を検出するための裏面入射型撮像センサを示す。図中21はエッチング法で形成された厚さ $50 \mu\text{m}$ 、大きさ4cm角の単結晶シリコン基板である。シリコン基板21の表面側には光電変換部22とその他の電気回路23が、裏面側には厚さ $1 \mu\text{m}$ の金属製の遮光膜24が形成されており、遮光膜24の中央には大きさ3cm角の開口35が形成されている。電気回路23は光電変換部を駆動する駆動回路或いは光電変換部からの信号を処理する信号処理回路である。


【0036】

電気回路 23 と開口 35 との水平方向の距離 D は、本実施形態では $50\ \mu\text{m}$ である。シリコン基板 21 は接着剤 26 によって後述する基板と裏面側で貼り合わされている。なお、ここでいう基板とは、厚さ 3 mm の鉛ガラス 30 上に X 線を赤外光に変える光光変換素子である厚さ 1 mm の蛍光体 25 が塗布されたものである。

【0037】

この基板に入射した X 線 27 は、蛍光体 25 で波長 $1\ \mu\text{m}$ の近赤外光 28 に変換される。変換された近赤外光 28 は放射線遮蔽膜である鉛ガラス 30 を透過し、開口 35 から基板 21 に入射する。接着剤 26 と基板 21 のシリコン界面で屈折した光 29 は光電変換部 22 に入射する。この場合、本実施形態においても前述の理由により、近赤外光 29 が電気回路 23 に入射する事はない。

【0038】

ここで、基板 21 と鉛ガラス 30 との接着方法としては、通常の接着剤を塗布する方法以外に、例えば、陽極接合法を用いても良い。その場合には、金属遮光膜の材質を適当なそれに変更する必要がある。また、光光変換素子は近赤外光に変換するそれではなく、遠赤外光に変換するそれでも良い。更に、空間解像度が必要な場合には、鉛ガラスの代わりに公知の例えば FOP（ファイバーオプティカルプレート）を用いても良い。

【0039】

（第 3 の実施形態）

図 3 は本発明の第 3 の実施形態を示す図である。なお、図 3 は本実施形態の裏面入射型撮像センサの光電変換部とその周辺のレイアウトパターンを示す。その他の構成は図 1 と同様である。図中 31 は光電変換部を形成する大きさ $30\ \mu\text{m}$ 角の単位画素であり、光電変換部には画素 31 が縦 300 行、横 300 列形成されている。34 は光電変換部に入射する光線を規定する開口パターンであり、これは図 1 の開口の端部に相当する。

【0040】

また、32 はダミー画素であり、各 2 行、2 列形成されている。1 行、1 列目

のダミー画素 32 の中心には開口パターン 34 が通過している。更に、2 行、2 列目のダミー画素 32 の外方には、光電変換部を駆動するための駆動回路或いは光電変換部からの信号を処理するための信号処理回路等の電気回路 13 が形成されている。電気回路 13 と開口パターン 34 との水平距離 D は、1.5 画素分の $45\mu\text{m}$ である。

【0041】

本実施形態の撮像センサが形成されている基板の厚さは $50\mu\text{m}$ であり、開口パターン 34 からの近赤外光の入射は $15.15\mu\text{m}$ の範囲に限られるため、電気回路 13 に屈折した赤外光が直接入射する事はない。また、先の特開平 5-206432 号公報に開示されている、表面構造での反射光に対しても充分マージンの取れた値となっている。

【0042】

また、ダミー画素の構造は通常の画素のそれと同一であり、単に画素からの光信号を出力情報として使用しないだけである。従って、光入射によってダミー画素 32 中に光電荷が生じて、周囲に悪影響を及ぼす事なく電荷を吸い上げる事が可能である。それにより、電気回路 13 は光が入射する画素 31 から電氣的に分離され、誤動作から保護されることになる。

【0043】

(第 4 の実施形態)

図 4 は本発明の第 4 の実施形態を示す図である。図 4 は本実施形態の裏面入射型撮像センサの光電変換部周辺のレイアウトパターンを示す。その他の構成は図 1 と同様である。図中 41 は大きさ $30\mu\text{m}$ 角の単位画素、44 は開口パターン、13 は光電変換部周辺の光電変換部を駆動する駆動回路或いは光電変換部からの信号を処理する信号処理回路等の電気回路である。開口パターン 44 は図 1 の開口の端部に相当する。電気回路 13 と開口パターン 44 との水平方向の距離 D は $50\mu\text{m}$ である。

【0044】

また、42 は撮像センサが形成された厚さ $100\mu\text{m}$ の p 型半導体基板とオーミックコンタクトをとるための太さ $10\mu\text{m}$ の p⁺ 拡散層である。拡散層 42 は

撮像センサの最低電位である GND 電位に固定されている。

【0 0 4 5】

本実施形態では、光電変換部で発生した光キャリアである電子正孔対のうち正孔は拡散層 4 2 から吸い上げられ、電気回路 1 3 に到達する事はない。また、電子はその高いポテンシャルバリア（GND 電位）のために近づく事はできず、同様にして電気回路 1 3 に到達する事はない。これにより、電気回路 1 3 は同様に光入射より保護される。

【0 0 4 6】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、半導体基板を透過する特定の波長領域において空間解像度が低下することなく、迷光の影響の少ない良好な画像を得ることが可能な裏面入射型撮像センサを実現する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による裏面入射型撮像センサの第 1 の実施形態を示す断面図である。

【図 2】

本発明の第 2 の実施形態を示す断面図である。

【図 3】

本発明の第 3 の実施形態を示す図である。

【図 4】

本発明の第 4 の実施形態を示す図である。

【図 5】

裏面入射型撮像センサの分光出力特性の例を示す図である。

【図 6】

空気－半導体界面の光学特性を説明する図である。

【符号の説明】

1 1、2 1 単結晶シリコン基板

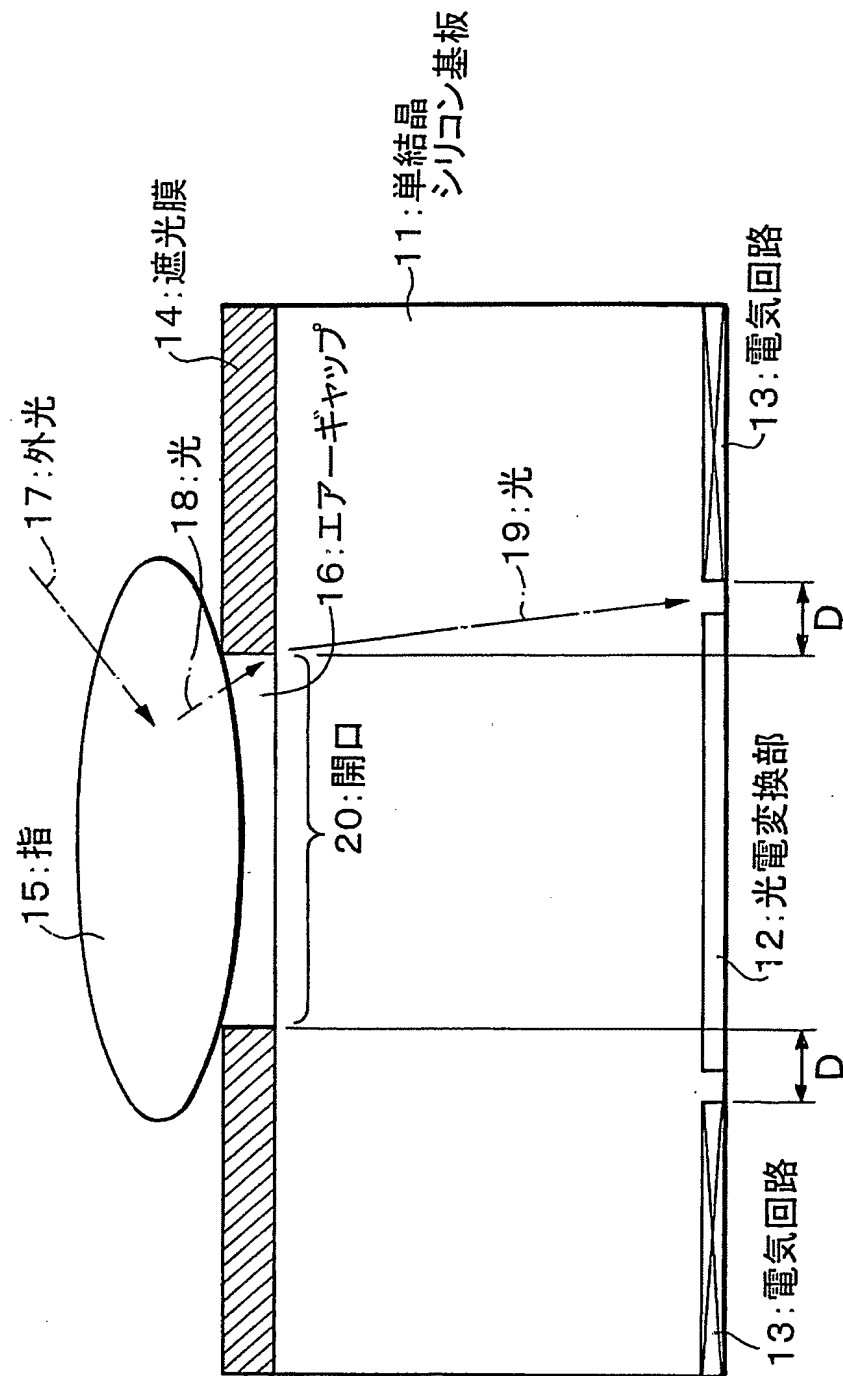
1 2、2 2 光電変換部

1 3、2 3 電気回路

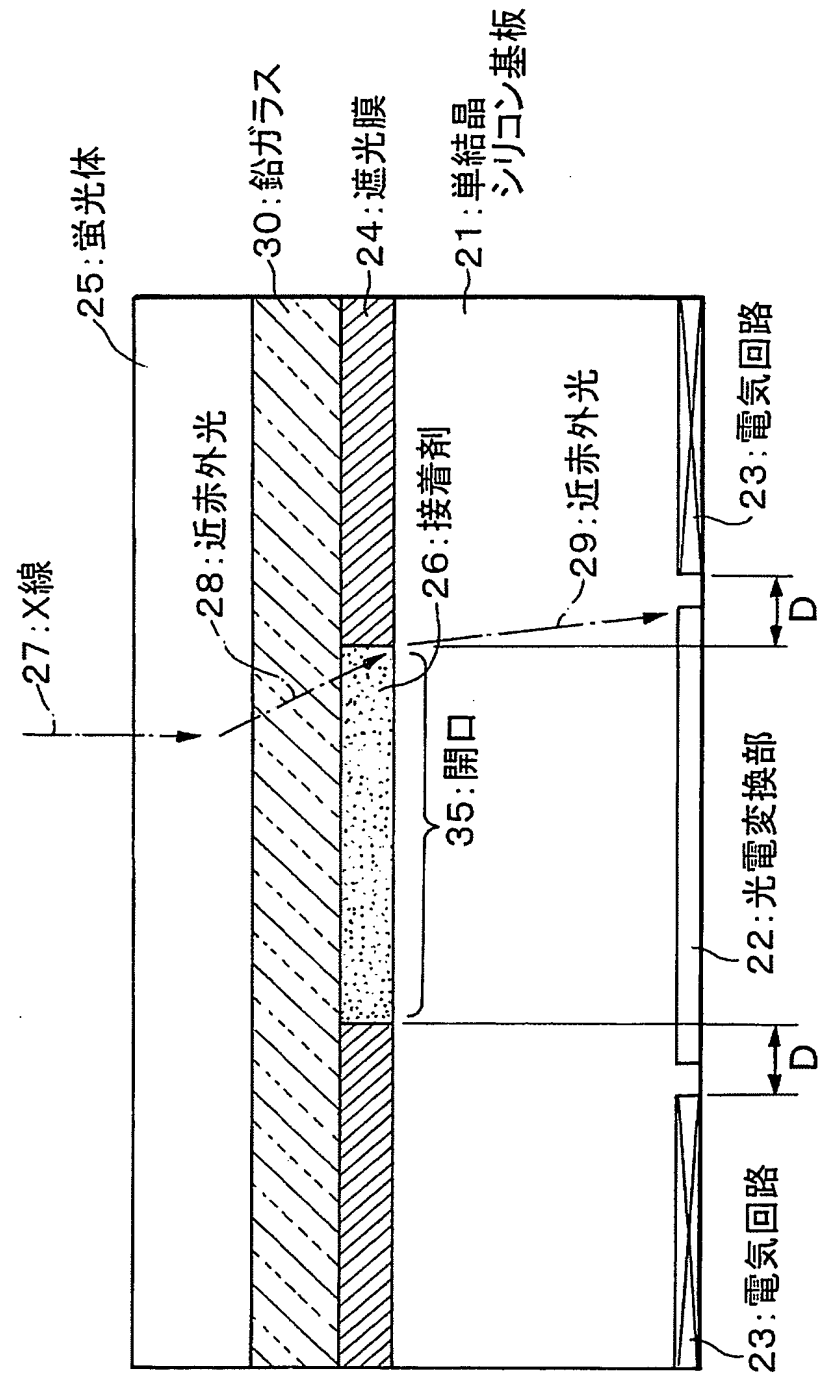
- 1 4、2 4 遮光膜
- 1 5 指
- 1 6 エアーギャップ
- 1 7 外光
- 1 8、1 9 光線
- 2 0、3 5 開口
- 2 5 蛍光体
- 2 6 接着剤
- 2 7 X線
- 2 8、2 9 近赤外光
- 3 0 鉛ガラス
- 3 1、4 1 単位画素
- 3 2 ダミー画素
- 3 4、4 4 開口パターン
- 4 2 拡散層
- 2 1 1 空気
- 2 1 2 半導体基板

【書類名】 図面

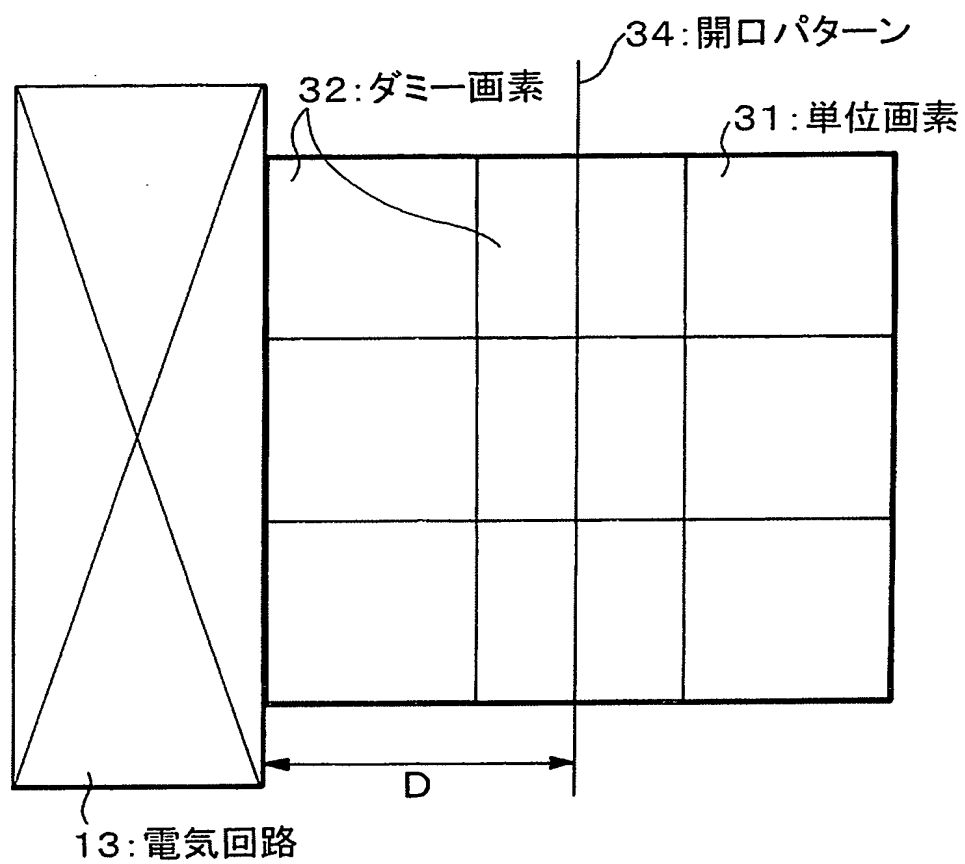
【図 1】



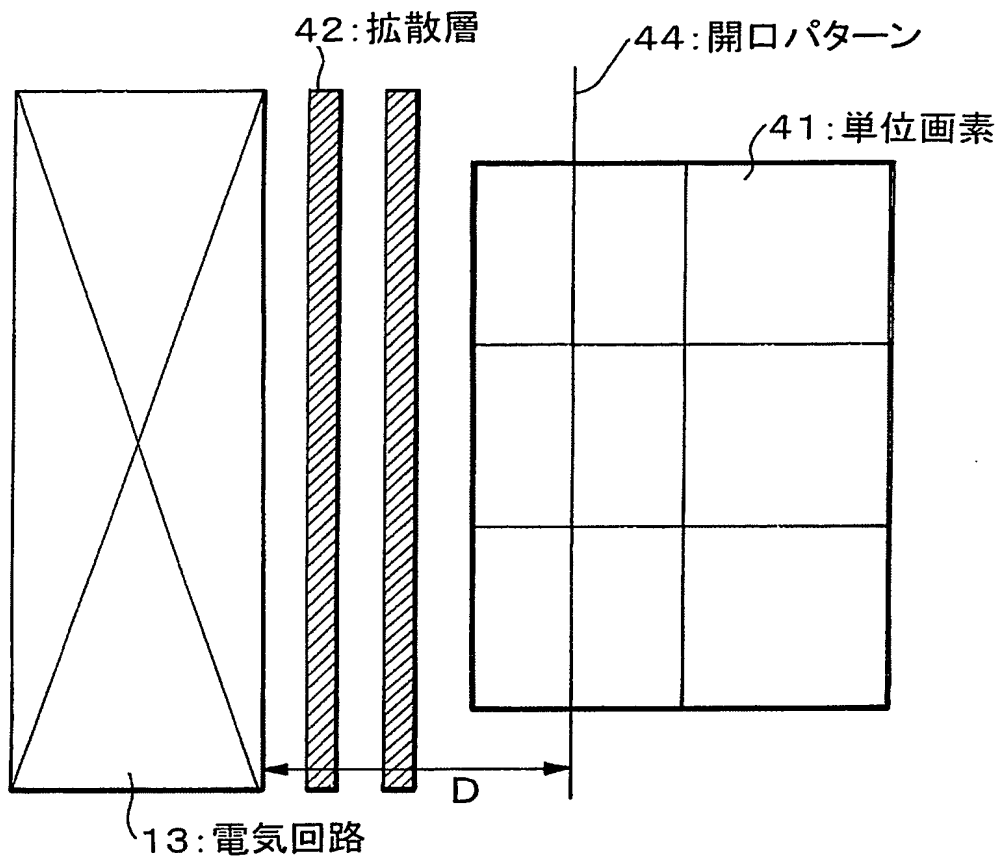
【図 2】



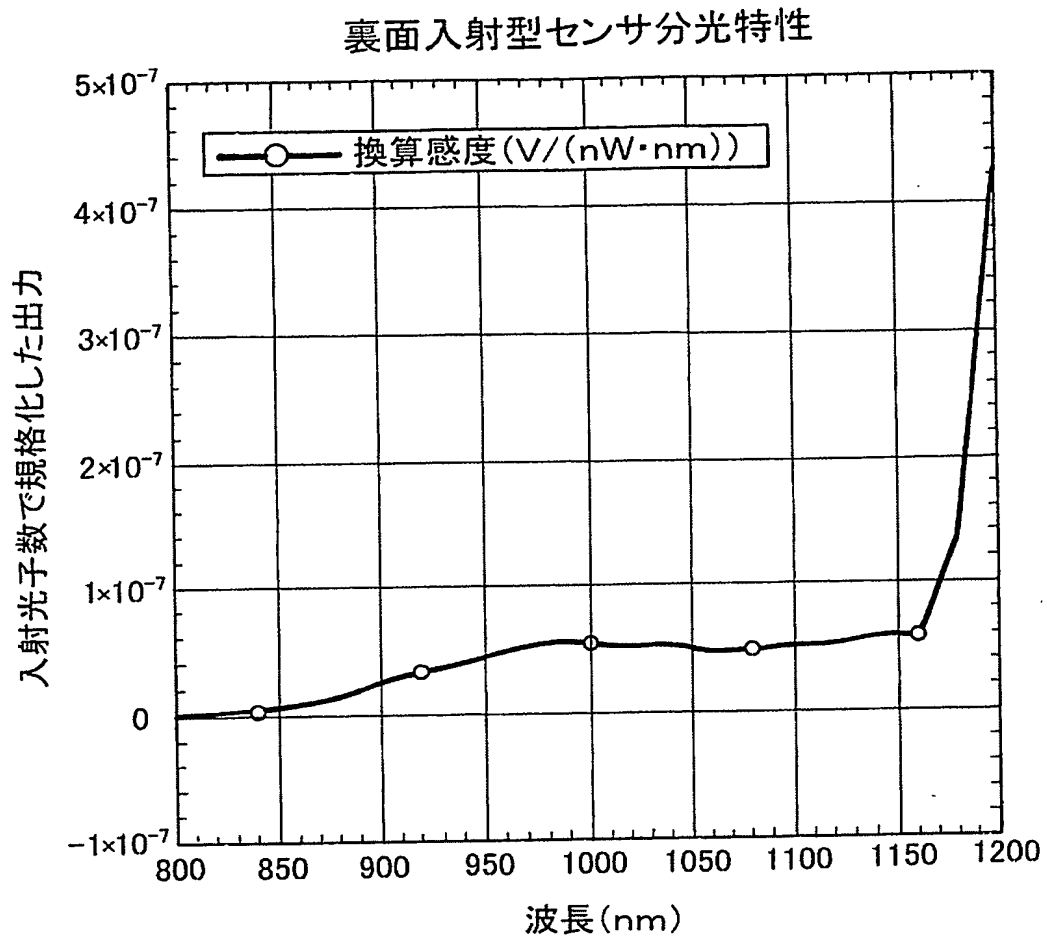
【図 3】



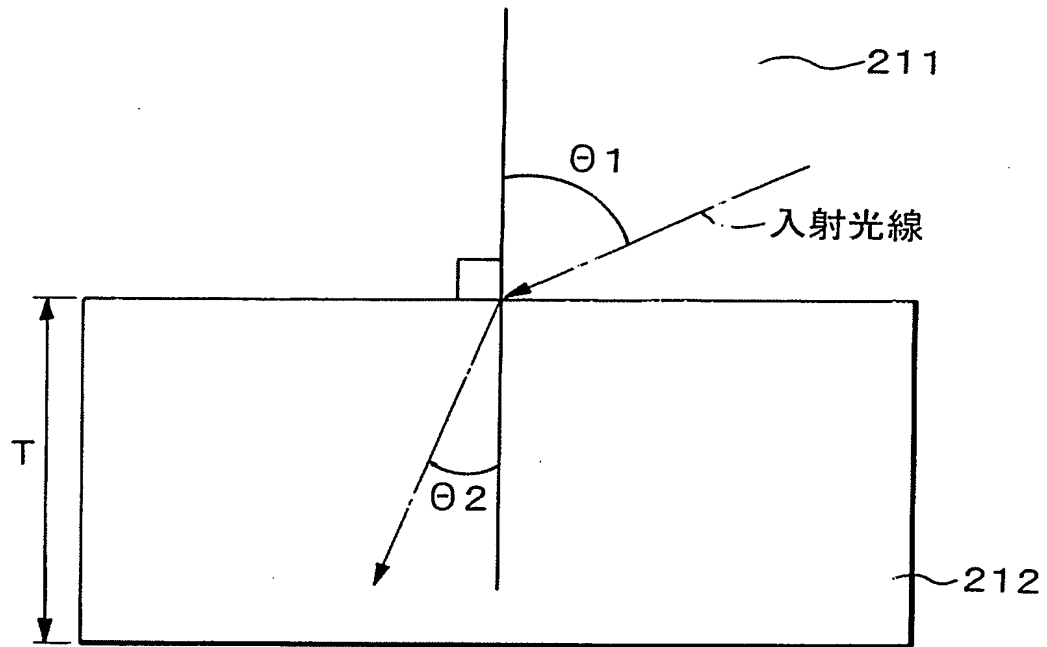
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 空間解像度の低下を防止すると共に、迷光の影響を除去した裏面入射型撮像センサを提供する。

【解決手段】 単結晶シリコン基板 11 の表面側において光電変換部 12 を駆動する駆動回路や光電変換部からの信号を処理する電気回路 13 を開口 20 から水平方向に所定距離 D だけ離して配置する。これにより迷光の影響を除去する。また、半導体基板は高い屈折率を有するため本質的に空間解像度の低下は少なく、基板を薄膜化すれば更に良い。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 9 6 3 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社